

Perspectives d'avenir dans la lutte contre les nématodes parasites des bananiers et des plantains

Jean Louis Sarah (1)

La lutte contre les nématodes des bananiers et plus particulièrement des plantains, notamment dans le contexte de culture de type traditionnel, nécessite une réorientation des approches classiques basées sur les modalités d'application des traitements chimiques.

L'approche doit se faire dans la voie de la lutte intégrée, ou plus exactement de la lutte raisonnée, faisant appel aux différents moyens dont nous disposons afin de mettre en place des systèmes alternatifs adaptés aux diverses situations écologiques et socio-économiques des cultures bananières.

Cette réorientation nécessite un effort de recherche important vers les méthodes de lutte non chimiques, relativement délaissées jusqu'à présent. Il ne s'agit bien évidemment pas de s'affranchir totalement de la lutte chimique ce qui serait irréaliste et sans doute dangereux, mais de l'intégrer dans l'arsenal des armes possibles et d'en raisonner l'utilisation afin de se servir de sa grande efficacité tout en limitant les effets secondaires indésirables.

Il s'agira donc d'intensifier les études concernant la lutte biologique, les interventions culturales et l'amélioration variétale. Par ailleurs une meilleure connaissance des sites écologiques sans problèmes parasitaires graves pourrait être extrêmement enrichissante. Par exemple dans le Sud de la Martinique les bananeraies implantées sur des sols vertiques sont indemnes de nécroses (Delvaux & Al., à paraître). Une étude plus détaillée a permis de mettre en évidence l'absence d'un champignon responsable de l'essentiel du processus de nécrose des racines et des bulbes (Loridat, 1986). Ce résultat très intéressant a ouvert la voie à des études prometteuses sur le complexe parasitaire nématodes-champignons des racines de bananiers.

Lutte chimique

La lutte chimique a longtemps été (et continue d'être, dans la majorité des situations) l'arme exclusive contre les nématodes des bananiers. Elle présente un certain nombre d'inconvénients :

— Prix de revient élevé, ce qui la rend le plus souvent inaccessible aux petits exploitants.

— Toxicité des produits, qui sont de ce fait d'utilisation délicate.

— Faible persistance d'action, nécessitant de répéter fréquemment les applications (Sarah & Vilardebo, 1979).

— Effets secondaires indésirables, à savoir :

- Effets négatifs sur la physiologie de la plante. On peut citer par exemple la perturbation de la différenciation florale par certains carbamates (Sarah 1987, Sarah & Kehe 1987).

- Interaction avec la microbiologie du sol, notamment sélection de microorganismes dégradant les molécules, ce qui entraîne une baisse de l'efficacité (Sarah & Kehe 1987, Read 1987).

- Risques d'apparition de résistance des nématodes aux traitements (Yamashita & Viglierchio 1987).

Bien entendu malgré tous ces inconvénients, les traitements sont employés couramment et continueront de l'être du fait de leur relative facilité d'emploi et de leur efficacité globale. Les efforts à faire dans le domaine de la recherche concernant les méthodes de lutte chimique doivent viser à améliorer son efficacité tout en diminuant ses inconvénients. Pour y parvenir on doit s'orienter vers les voies suivantes :

— Amélioration des connaissances sur la dynamique des populations des nématodes, afin d'intervenir à des périodes critiques à des doses et des fréquences moindres. De telles approches ont été faites dans des situations particulières (Hugon & Al 1984, Luc & Vilardebo 1961, Sarah 1986) qui présentent souvent l'inconvénient de ne pouvoir être généralisées à d'autres situations écologiques. Seule une approche plus fondamentale des relations sol-plante-parasites permettrait d'espérer arriver à l'établissement d'un modèle général.

— Amélioration des connaissances sur la physiologie des nématodes. Ceci peut permettre de rechercher de nouvelles cibles pour de futurs produits plus spécifiques. Des pistes sont ouvertes vers la perturbation du métabolisme des hormones (Chitwood, 1986) ou la perturbation sensorielle (Dusenbery, 1986).

— Amélioration des connaissances sur le comportement des produits dans le sol et dans la plante. Malgré les nombreuses études consacrées à ces sujets il subsiste encore beaucoup d'inconnues, ce qui explique certaines déconvenues récentes.

— Enfin on ne peut qu'inciter la recherche de nouveaux types de molécules provenant des ressources

(1) Service Entomologie-Nématologie,
Responsable du Laboratoire Central de Montpellier
IRFA-CIRAD,
BP 5035, 34032 Montpellier Cedex, France

naturelles de l'environnement : toxines de plantes (phytoalexines, alcaloïdes) ou de pathogènes (bactéries, champignons, exemples du BT et des avermectines).

Lutte biologique

Les nématodes possèdent de nombreux ennemis naturels dans le sol (Kerry, 1984). Malheureusement, les possibilités d'actions sur les endoparasites migrants paraissent faibles dans l'état de nos connaissances. Seule une action sur l'inoculum du sol au départ serait possible, mais les études manquent à l'heure actuelle pour juger des possibilités d'action dans ce domaine.

En revanche en ce qui concerne la lutte contre les ectoparasites, les endoparasites superficiels et les endoparasites sédentaires, les chances de succès de la lutte biologique sont assez bonnes, si l'on se base sur les réussites obtenues sur d'autres types de cultures (Kerry 1984, Mankau 1980). Il y a là un domaine d'étude important pour les bananiers, particulièrement pour la culture à petite échelle (contexte « traditionnel ») des plantains.

Lutte culturale

Abaissement de l'inoculum du sol

Une des principales raisons du développement et de l'impact du parasitisme racinaire dans les grandes exploitations bananières est la monoculture permanente. Corollairement la pratique de rotations culturales faisant appel à des plantes non-hôtes des principales espèces de nématodes parasites des bananiers est une solution élégante à ce problème. Ceci a été bien mis en évidence au cours d'études particulières (Sarah & Al 1983, Ternisien 1987) ou encore lors d'enquêtes diagnostics menées au Cameroun et aux Antilles (Delvaux & Al 1986, Delvaux & Al - à paraître - ; Dorel & Al à paraître).

On doit s'employer à rechercher des plantes non-hôtes des principales espèces de nématodes parasites des bananiers, qui aient également un intérêt agronomique (légumineuses) ou qui puissent apporter un complément de revenu à l'agriculteur (plantes fourragères, vivrières, ou autre culture de rente). Aux Antilles, par exemple, les antécédents culturaux ananas ou canne à sucre, sont très bénéfiques pour les bananiers (Delvaux & Al, à paraître). De même des antécédents fourragers (Sorgho + Siratro, ou Brachiaria) paraissent plus intéressants pour l'assainissement du sol que des légumineuses (Ternisien 1987).

L'inondation du sol est également une technique efficace lorsque la topographie le permet. L'efficacité du procédé est meilleure dans les sols favorables à l'activité des bactéries sulfatoréductrices, c'est-à-dire les sols riches en matière organique et en soufre (Jacq & Fortuner 1979). Cinq à sept semaines d'inondation peuvent alors permettre un assainissement comparable à un an de jachère (Sarah & Al 1983).

On peut également signaler la technique de la solari- sation qui consiste à recouvrir le sol d'un film plasti-

que transparent qui par l'effet de serre va échauffer le sol et permettre ainsi l'élimination des nématodes. Toutefois cette technique n'est possible que dans les pays où l'ensoleillement est très abondant et si le coût du plastique n'est pas prohibitif par rapport au rendement de la culture.

Il est important de pouvoir évaluer aussi exactement que possible l'inoculum résiduel d'un champ après assainissement du sol. Généralement l'analyse directe du sol est impropre à rendre compte de son niveau réel, la précision de l'analyse n'étant pas suffisante (particulièrement pour les endoparasites migrants). Il y a lieu de détecter des niveaux extrêmement bas et de ce fait il faut recourir à un test biologique consistant à cultiver en pots sur le sol à analyser une plante hôte à développement rapide. Le maïs est une plante satisfaisante de ce point de vue, mais le test utilisé notamment en Côte d'Ivoire, mériterait d'être mieux standardisé. De plus l'apparition récente des vitro-plants offre la possibilité de tester directement le niveau réel d'inoculum avec des plantules de bananiers de la variété ou du cultivar que l'on souhaite planter sur le sol assaini. La mise au point d'un test standardisé avec ce type de plantules reste à faire.

Intérêt prophylactique des vitro-plants

Il ne sert à rien d'assainir un sol si on replante immédiatement du matériel végétal infesté. Des techniques telles que le pralinage (Villardebou & Robin 1969) ou le traitement à l'eau chaude (Blake 1969) peuvent permettre d'assainir en partie ce matériel de replantation. Toutefois seul le recours à des plants parfaitement sains peut empêcher une réinfestation rapide du champ, à condition de prendre garde à la contamination éventuelle des vitro-plants en pépinière au cours de la phase de sevrage. La recherche de conditions pratiques permettant le sevrage et l'endurcissement des plantules à l'abri de toute contamination avant la mise au champ est une priorité avant la vulgarisation de la technique.

Le recours aux vitro-plants doit également permettre d'ouvrir à la culture bananière à des zones encore indemnes des principaux nématodes parasites. En Côte d'Ivoire par exemple de nombreuses zones de culture du plantain sont vierges de *Radopholus similis* (Sarah 1985). Malheureusement le transfert incontrôlé de matériel végétal provenant des zones contaminées risque de propager cette espèce. Par ailleurs de nombreux pays ne cultivant traditionnellement pas les bananiers peuvent s'ouvrir à cette culture sans introduire des parasites allogènes par le matériel végétal infesté.

Amélioration variétale

La recherche ou la création de variétés résistantes ou tolérantes aux nématodes est actuellement un des principaux objectifs des programmes d'hybridation en cours. L'objectif visé n'est pas forcément d'obtenir des bananiers indemnes de nématodes, mais des bananiers pouvant permettre une production raisonnable

même en présence des principaux parasites (tolérance). La philosophie de cette recherche pourrait être : comment vivre avec les nématodes ? ou plus exactement : comment bien produire malgré les nématodes ?

En fait il y a plusieurs voies possibles, non exclusives entre elles, pouvant permettre d'atteindre cet objectif, et que l'on pourra classer en première approximation en « résistance » (tolérance) pré ou post infectueuse.

Dans le premier cas, il s'agit d'empêcher le nématode d'entrer dans les racines. On pourrait imaginer tout d'abord de constituer une barrière physique, empêchant le nématode de pénétrer. La panoplie chimique des relations racine-nématode sera également intéressante à étudier. Cela nécessite des études sur les relations plante-parasite afin de rechercher les substances attractives ou répulsives à distance (« olfaction ») ou au contact même des tissus (« gustation »). Il faudrait donc passer en revue les diverses variétés disponibles en collection et rechercher les substances chimiques élémentaires ou complexes de substances pouvant expliquer une meilleure attraction ou une répulsion des nématodes.

Dans le deuxième cas, le nématode pénètre dans les racines, mais la plante n'en souffre pas. Une première possibilité est la présence dans la plante de phytoalexines ou d'alcaloïdes toxiques entraînant la mort du nématode. Si de telles substances ne sont pas trouvées dans des bananiers on pourrait envisager de faire appel au génie génétique pour en faire passer les gènes dans le génome des bananiers. Cette voie n'est probablement pas la plus économique et ne devrait être envisagée que si aucune autre solution n'est possible.

Une autre possibilité est que le nématode ne trouve pas à l'intérieur de la racine l'environnement nécessaire à son développement (déséquilibre nutritionnel, hypersensibilité, etc...). Des études concernant la physiologie racinaire sont nécessaires, de même qu'une meilleure connaissance des relations plante-parasite à l'échelle cellulaire. Les réactions d'hypersensibilité qui sont actuellement un des phénomènes les plus exploités en pratique sur d'autres cultures, sont de peu d'intérêt dans le cas des endoparasites migrateurs. Elles sont en revanche intéressantes pour les endoparasites sédentaires, à condition que l'inoculum ne soit pas trop important au départ et que la plante puisse survivre à une importante destruction du système racinaire après sa mise en terre.

Enfin il est une dernière possibilité, il s'agit tout simplement de la vigueur agronomique qui permettrait à la plante, en quelque sorte de développer plus vite son système racinaire que celui-ci n'est détruit par les nématodes. Il convient toutefois de se montrer prudent, la vigueur agronomique se traduisant souvent par une plus grande susceptibilité au parasitisme.

Dans l'élaboration des programmes d'amélioration variétale, il faut prendre garde à certains pièges dans la recherche de phénomènes de résistance-tolérance

aux nématodes, et notamment considérer le problème dans sa globalité. Si l'on se polarise sur une espèce particulière, *Radopholus similis* en l'occurrence, on court le risque de voir se déplacer le problème vers d'autres espèces. On sait par exemple que le genre *Helicotylenchus* devient prédominant et cause de grands dégâts en absence de *Radopholus* (Mc Sorley & Parrado 1985), que *Pratylenchus* (coffeae notamment) est également un problème important particulièrement sur plantains (Pinochet 1978, Sarah 1985) et que *Meloidogyne* (notamment sur vitro-plants) et *Rotylenchulus* sont des genres qui ne sont pas à négliger. Les hybrides obtenus devront donc présenter une tolérance aux principales espèces parasites et non pas à une seule.

De même l'obtention d'hybrides résistants à ces divers genres ne sera pas forcément une solution définitive, les ressources adaptatives des nématodes pouvant leur permettre à terme de contourner les barrières de résistances. On aura donc intérêt à rechercher des barrières polygéniques, plus difficiles à contourner.

Enfin on ne possède certainement pas en collection l'ensemble des espèces, variétés (etc...) existant dans le monde. Des prospections axées sur la recherche d'individus particulièrement vigoureux en milieu naturel sont à entreprendre.

Place de l'IRFA dans le dispositif international

Les recherches bananières à l'IRFA se font principalement sur deux pôles géographiques : l'Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire et Cameroun principalement) et Antilles (Martinique et Guadeloupe). Les rapports de cette culture avec les nématodes constituent une part importante des travaux de recherches effectués dans ces divers centres, et au laboratoire central de nématologie de Montpellier (France).

Lutte chimique

L'étude des modalités de lutte chimique constituent toujours une part importante, mais en diminution certaine, des travaux effectués en Afrique et aux Antilles. L'accent a été mis récemment en Côte d'Ivoire et aux Antilles sur les modalités d'alternance de produits nématicides dans le but d'éviter l'apparition de phénomènes de biodégradation.

En Côte d'Ivoire il y a également un programme d'adaptation de ces modalités de traitements à la culture du plantain.

Lutte culturale

Les jachères sont maintenant utilisées couramment sur environ 60 % des surfaces au Cameroun, et commencent à l'être sur les plantations les plus en pointe en Côte d'Ivoire et en Martinique. Toutefois l'optimisation de cette pratique par la recherche de plantes « utiles » non-hôtes reste un impératif. C'est une voie de recherche importante en Côte d'Ivoire et aux Antilles (Ternisien 1987).

La mise au point des techniques associées à l'utilisation des vitro-plants, notamment la constitution de

pépinières saines et le suivi sanitaire au champ constituent également des objectifs majeurs en Côte d'Ivoire et aux Antilles.

Amélioration variétale

Ce point est la partie essentielle du programme de nématologie en Guadeloupe avec l'aide de la Côte d'Ivoire et l'appui logistique du laboratoire central de Montpellier. Ce programme qui n'en est qu'à sa première phase, est extrêmement ambitieux et doit aboutir à terme à la création de nouvelles variétés de bananiers (plantains et banane dessert) tolérants aux principales espèces de nématodes phytoparasites.

Autres actions

L'IRFA entreprend également un certain nombre d'études plus fondamentales visant à mieux connaître l'écosystème racinaire des bananiers et notamment les relations sol-plante-parasite.

L'utilisation de vitro-plants indemnes de nématodes au moment de leur plantation permet d'étudier de façon détaillée la dynamique de réinfestation d'un champ sain par recontamination extérieure. De telles études sont en cours en Martinique (Chevrier & Lorient). La connaissance de la dynamique de cette réinfestation permettra de limiter les risques d'accident sanitaires après la vulgarisation de la technique culturale faisant appel aux vitro-plants.

Aux Antilles, la répartition des foyers d'infestation a été étudiée le long des racines en fonction de la répartition des nécroses, ce qui a permis de montrer que la relation nématode nécroses racinaires n'était pas aussi évidente qu'on voulait bien le dire (Hugon, à paraître). Ces travaux vont se poursuivre en Côte d'Ivoire.

La pathogénie du complexe nématode (*Radopholus similis* notamment) champignon (*Cylindrocladium macrosporum*, essentiellement) est étudiée en détail en Martinique. Des tests ont déjà permis de mettre en évidence que *C. macrosporum*, inoculé seul en sol stérilisé était capable d'induire les nécroses typiques attribuées aux attaques de nématodes au champ (Lorient, à paraître).

Le Laboratoire de Montpellier assure le suivi logistique de la majorité de ces programmes et a initié des études in-vitro sur les relations pures nématodes-racines. La meilleure compréhension de ces relations devrait permettre d'améliorer les possibilités de luttres contre ces ravageurs.

Conclusion

Il est important de privilégier les études concernant l'approfondissement des connaissances sur les relations du complexe parasitaire tellurique avec les parties endogènes du bananier.

Une meilleure connaissance des relations sémiologiques entre parasites et racines pourra aboutir à des méthodes de lutte visant à perturber ces relations, soit

par des traitements d'un nouveau type (visant le nématode directement par perturbation des organes des sens, ou créant des leurres chimiques ou des masques empêchant le nématode de détecter la racine) soit en agissant sur la plante elle-même par amélioration variétale (plante non-attractive ou émettant des substances phagodissuadantes, etc.).

L'étude détaillée du complexe parasitaire nématodes-champignons pathogènes, devrait permettre d'y voir rapidement plus clair dans les mécanismes pathogéniques provoquant les nécroses racinaires et bulbaires. La lutte contre les pathogènes et notamment *Cylindrocladium macrosporum* pourrait-elle permettre de rendre secondaire le problème des nématodes ? Il n'est cependant pas évident qu'il soit plus facile de lutter contre un champignon que contre un nématode.

Bon nombre d'études toutefois ne permettront de répondre aux problèmes qu'à long terme, et il est nécessaire de trouver en attendant des solutions d'attente satisfaisantes, comme les techniques culturales adaptées permettant de réduire au maximum l'impact des nématodes sur la culture bananière quelle que soit son échelle.

Enfin en dehors des techniques d'études traditionnelles au laboratoire ou au champ, il serait très intéressant et bénéfique de multiplier les démarches du type enquête-diagnostic (Delvaux & Al 1986, Sarah 1985). Ces enquêtes bien préparées et bien maniées constituent un outil d'une grande puissance heuristique pour appréhender les problèmes d'une région peu ou mal connue, et notamment pour sérier utilement les facteurs limitants d'une culture.

REFERENCES

- BLAKE C.D., 1969. Nematodes parasites of banana and their control. In Nematodes of tropical crops. CAB J.E. Peachey Ed., 109-132.
- CHITWOOD D.J., 1986. Inhibition of steroid or hormone metabolism or action in nematodes. In Vistas on Nematology, Soc. of Nemat., 122-130.
- DELVAUX B., LASSOUDIERE A., PERRIER X. & MARCHAL J., 1986. Une méthodologie d'étude des relations sol-plante-techniques culturales par enquête diagnostic. Application à la culture bananière au Cameroun. Synthèse et résultats. Fruits, 41 (6), 359-370.
- DUSENBERY D.B., 1986. Prospects for exploiting sensory stimuli in nematode control. In Vistas on Nematology, Soc. of Nemat., 131-135.
- HUGON R., GANRY J. & BERTHE G., 1984. Dynamique de population du nématode *Radopholus similis* en fonction du stade de développement du bananier et du climat. Fruits, 39 (4), 251-253.
- JACQ V.A. & FORTUNER R., 1979. Biological control of rice nematode using sulphate reducing bacteria. Rev. de Nemat., 2 (1), 41-50.
- KERRY B.R., 1984. Nematophagous fungi and the regulation of nematode population in soil. Helminth. Abstr., 53 (1), 1-14.
- LORIDAT Ph., 1986. Contribution à l'étude des facteurs limitant le rendement en bananeraie martiniquaise. Mémoire de fin d'études, ENSH Versailles, 69 p.

LUC & VILARDEBO 1961. Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'ouest africain. II - Les essais de traitements némato-cides. *Fruits*, 16 (6), 261-279.

MANKAU R., 1980. Biocontrol : fungi as nematodes control agents. Journ. of Nemat., 12 (4), 244-252.

PINOCHET J., 1978. Histopathology of the root-lesion nematode *Pratylenchus coffeae* on plantains, *Musa* AAB. *Nematologica*, 23 (4), 331-340.

READ D.C., 1987. Greatly accelerated microbial degradation of aldicarb in retreated field soil, in flooded soil and in water. *J. of Econ. Entomol.* **80**. 156-163.

SARAH J.L., 1985. Les nématodes des bananiers plantains en Côte d'Ivoire. IARPCB, 3^e Conf. sur le plantain et autres bananes à cuire. Abidjan. Juin 1985. 88-93.

SARAH J.L., 1986. Répartition spatiale des infestations racinaires de *Radopholus similis* en relation avec la croissance et le développement du bananier «POYO» en Côte d'Ivoire. Fruits, 41 (7-8), 427-435

SARAH J.L., 1987. Les nématodes des bananiers et des plantains : exposé du problème et méthodes de lutte. Bananiers et plantains, 87-1, 15 p.

SARAH J.L. & KEHE M., 1987. Nouvelles possibilités de lutte chimique contre les ravageurs telluriques des bananeraies de Côte d'Ivoire. VIII Meeting ACORBAT, Octobre 1987, Santa Marta, Colombia.

SARAH J.L., LASSOUDIÈRE A & GUEROUT R., 1983. La jachère nue et l'inondation du sol, deux méthodes intéressantes de lutte intégrée contre *Radopholus similis* dans les sols tourbeux de Côte d'Ivoire. Fruits, 38 (1), 35-42.

SARAH J.L. & VILARDEBO A., 1979. L'utilisation du Miral en Afrique de l'Ouest pour la lutte contre les nématodes du bananier. *Fruits*, 34 (12), 729-741.

TERNISIEN E., 1987. Etude de diverses rotations culturales avec le bananier. VIII Meeting ACORBAT, Octobre 1987, Santa Marta, Colombia.

VILARDEBO A. & ROBIN J., 1969. Nematicidal treatment of banana planting material. In *Nematodes of tropicals crops*. CAB J.E. Peachey Ed., 133-141.

YAMASHITA T.T. & VIGLIERCHIO D.R., 1987. Induction of short-term tolerance to non-fumigant nematicides in stressed and unstressed population of *Xiphinema index*. *Rev. de Nemat.*, 10 (2), 233-240.